La masse du plastique refroidi est :

$$\dot{m} = \rho A_c \cdot V_{plastique} = 75 \cdot \left(\frac{4 \cdot 0{,}04}{12}\right) \frac{30}{60} = 0{,}5 \text{ lbm/s}$$

D'où l'énergie de refroidissement est :

$$Q = m c_p (T_2 - T_1) \Rightarrow T_2 = T_1 + \frac{Q}{m c_p} = 200 + \frac{-4638}{0{,}5 \cdot 0{,}4}\left(\frac{1}{3600}\right)$$
$$= 193{,}6\ °F.$$

Exercice 2

Dans ce cas, la longueur caractéristique est le diamètre extérieur du tube : $L_c = D = 0{,}08$ m

Le nombre de Rayleigh est :

$$Ra_D = Pr \cdot Gr = \frac{\beta g (T_s - T_\infty) D^3}{\nu^2} Pr$$
$$= \frac{9{,}81 \cdot 1/318 (70 - 20)(0{,}08)^3}{(1{,}749\ 10^{-5})^2} \cdot 0{,}7241 = 1{,}869\ 10^6$$

Ainsi Nu pour cette convection naturelle est déterminé par (voir cours)

$$Nu = \left[0{,}6 + \frac{0{,}387\ Ra_D^{1/6}}{\left[1 + (0{,}559/Pr)^{9/16}\right]^{8/27}}\right]^2 = \left[0{,}6 + \frac{0{,}387 (1869 \cdot 10^6)^{1/6}}{\left[1 + (0{,}559/0{,}7241)^{9/16}\right]^{8/27}}\right]^2$$

Donc

$$h = \frac{k}{D} Nu = \frac{0{,}02699}{0{,}08} (17{,}40) = 5{,}869\ W/m^2 °C$$

$$A_s = \pi D L = \pi (0{,}08)(6) = 1{,}508\ m^2$$

D'où $Q_{conv} = h A_s (T_s - T_\infty) = 5{,}869 \cdot 1{,}508 (70 - 20) = 443\ W$

Donc le tube perd de la chaleur vers le local avec un taux de 443 W (par convection naturelle)

Exercice 1 :

a) On calcule le nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{VL}{\nu} = \frac{(10\,ft/s)(4\,ft)}{0{,}204\,10^{-3}\,ft^2/s} = 1{,}961\,10^5$$ ce qui est inférieur

au Reynolds critique : $Re < Re_{cr} = 5.10^5$

Donc l'écoulement est laminaire : on utilise alors la corrélation

$$N_u = 0{,}664\,Re_L^{0,5} \cdot P_r^{1/3} = 0{,}664(1{,}961\,10^5)^{0,5} \cdot (0{,}7202)^{1/3} = 263{,}6$$

or $N_u = \frac{h.L}{k} \Rightarrow h = \frac{k}{L} N_u = \frac{0{,}01623}{4} \cdot (263{,}6) = 1{,}07\,Btu/h\,ft^2F$

or $A_s = (2\,ft)(4\,ft)(2\,faces) = 16\,ft^2$

Donc $\varphi_{convection} = A_s \cdot h\,(T_s - T_\infty) = 1{,}07\,(16) \cdot (200 - 80) = 2054\,Btu/h$

$$\varphi_{rayonnement} = \varepsilon \sigma A_s (T_s^4 - T_{envir}) = 0{,}9 \cdot 0{,}1714\,10^{-8} \cdot 16 \cdot [660^2 - 540^2]$$

$$= 2584\,Btu/h$$

car le refroidissement se fait par rayonnement et par convection

D'où

$$\varphi_{totale} = \varphi_{conv} + \varphi_{ray} = 2054 + 2584 = 4638\,Btu/h$$

Scanned with CamScanner

Rq

Le tube perd aussi de l'energie par rayonnement.

Si on suppose que la surface du tube est un corps noir ($\varepsilon = 1$) ; alors :

$$Q_{ray} = \varepsilon A_s \sigma (T_s^4 - T_{env}^4) = (1).(1,508).5,67\,10^{-8}\left[(70+273)^4 - (20+273)^4\right]$$
$$= 553W$$

C/C

Le tube perd une énergie (puissance) totale de :

$$Q_{totale} = Q_{convection} + Q_{ray} = 443 + 553 = \underline{996\,W}$$

Exercice 3 panneau solaire

Le panneau solaire reçoit de l'énergie par ensoleillement et perd de la chaleur par rayonnement et convection vers l'air qui l'entoure.

Donc la puissance nette est donc :

$$Q_{net} = \varphi_{gain} - \varphi_{perte} = \underbrace{\alpha\, G_{solaire}}_{\text{gain par ensoleillement}} - \Big[\underbrace{\varepsilon\sigma(T_s^4 - T_{sky}^4)}_{\text{perte par rayonnement}} + \underbrace{h(T_s - T_{air})}_{\text{perte par convection}}\Big]$$

D'où

$$\varphi_{net} = 0,87\,(600) - 0,09 . 5,67\,10^{-8}\left[(70+273)^4 - (15+273)^4\right]$$
$$- 10.(70-25) = 36,5\ W/m^2$$

C/C

La chaleur reçue par le panneau solaire est transmise à l'eau à chauffer avec un taux de $36,5\ W/m^2$.